

PAT-NO: JP402046723A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 02046723 A
TITLE: DEVICE FOR THIN FILM FORMATION
PUBN-DATE: February 16, 1990

INVENTOR-INFORMATION:

NAME
KATO, TAKASHI
ITO, TAKASHI
SUGITA, YOSHIHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FUJITSU LTD	N/A

APPL-NO: JP63198480
APPL-DATE: August 9, 1988

INT-CL (IPC): H01L021/205, H01L021/31

US-CL-CURRENT: 118/715, 118/723ER

ABSTRACT:

PURPOSE: To form a thin film of good quality at a high deposition rate without generating oxidation, nitriding and the like by a method wherein the title device is provided with an inner skin container having the through hole of a reaction gas feeding means in such a way that a pair of electrodes are surrounded with the inner skin container, a vacuum container is provided with an inert gas feed opening and an exhaust vent for reaction gas fed in the inner skin container is interconnected to the vacuum container through a fine gap.

CONSTITUTION: A vacuum container 1 is divided into 2 chambers of a reaction chamber 11 and an exhaust chamber 12 by an inner skin container 8, both chambers are interconnected to each other through a fine gap 10 and the pressure in the container 1 is set at a value to exceed somewhat 0.01Torr. When inert gas is sent in the chamber 12 through an inert gas feed opening 9 at

a high flow velocity, the gas is made to flow in a viscous flow, whose mean free path is sufficiently short, and the gas to leak in the chamber 12 of the container 1 and free gas from the container 1 are induced by this viscous flow and are exhausted through a gas exhaust means 3 and are never made to flow backward in the chamber 11 through the fine gap 10. On the other hand, as a sufficient amount of reaction gas stays in the chamber 11 for sufficient hours, a thin film of good quality is formed on a semiconductor wafer 6 at high speed.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A)

平2-46723

⑤ Int. Cl.³
H 01 L 21/205
// H 01 L 21/31

識別記号 庁内整理番号
C 7739-5F
6824-5F

④ 公開 平成2年(1990)2月16日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全9頁)

⑭ 発明の名称 薄膜形成装置

⑯ 特 願 昭63-198480

⑰ 出 願 昭63(1988)8月9日

⑱ 発 明 者 加 藤 隆 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
⑱ 発 明 者 伊 藤 隆 司 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
⑱ 発 明 者 杉 田 義 博 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
⑲ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
⑳ 代 理 人 弁理士 寒川 誠一

明 細 書

1. 発明の名称

薄膜形成装置

2. 特許請求の範囲

[1] 反応ガス供給手段(2)とガス排気手段
(3)とを有する真空容器(1)と、

該真空容器(1)の内部に1対の電極(4、5)
が設けられ、該1対の電極(4、5)の一方はサ
セブタを構成する薄膜形成装置において、

前記1対の電極(4、5)を囲んで、前記反応
ガス供給手段(2)の貫通口を有する内殻容器
(8)が設けられ、

前記真空容器(1)には不活性ガス供給口(9)
が設けられ、

前記内殻容器(8)内に供給された反応ガスの
排出口は、細隙(10)を介して前記真空容器(1)
に連通されてなる

ことを特徴とする薄膜形成装置。

[2] 反応ガス供給手段(2)とガス排気手段
(3)とを有する真空容器(1)と、

該真空容器(1)の内部に1対の電極(4、5)

が設けられ、該1対の電極(4、5)の一方はサ
セブタを構成する薄膜形成装置において、

前記1対の電極(4、5)の一方の周辺から他
方の周辺に向かって気体流を噴射するループ状の
気体噴射手段(16)が設けられてなる

ことを特徴とする薄膜形成装置。

3. 発明の詳細な説明

(概要)

化学気相成長(CVD)法を使用してなす薄膜
形成装置の改良に関し、

酸素・窒素等のリークガスや、装置を構成する
金属からの遊離ガス等があっても、被堆積薄膜は
酸化・窒化等がなされることがなく、良質の薄膜
を高い堆積速度をもって形成することを可能にす
る薄膜形成装置を提供することにを目的とし、

反応ガス供給手段とガス排気手段とを有する真
空容器と、この真空容器の内部に1対の電極が設
けられ、この1対の電極の一方はサセブタを構成
する薄膜形成装置において、前記の1対の電極を

図んで、前記の反応ガス供給手段の貫通口を有する内殻容器を設け、前記の真空容器には不活性ガス供給口を設け、前記の内殻容器内に供給された反応ガスの排出口は、細隙を介して前記の真空容器に連通するように構成するか、または、前記1対の電極の一方の周辺から他方の周辺に向かって気体流を噴射するリング状または角ループ状の気体噴射手段を設けられるように構成される。

(産業上の利用分野)

本発明は、化学気相成長(CVD)法を使用してなす薄膜形成装置の改良に関する。特に、酸素、窒素等のガスが薄膜形成装置内にリークしたり、装置を構成する金属から遊離したりしても、形成される薄膜は、酸化・窒化等がなされることがなく、良質の薄膜を高い堆積速度をもって形成することを可能にするようにする薄膜形成装置の改良に関する。

リークガスは、図において破線をもって示すように半導体ウェーハ6上に到達し、半導体ウェーハ6上に堆積される薄膜中に取り込まれる。また、プラズマは真空容器1内全域に広がるため、真空容器1の壁面に衝突したイオンが真空容器1の壁面から酸素等の汚染物質を遊離し、この遊離された酸素等の汚染物質も図に破線をもって示すように半導体ウェーハ6上に到達して、この上に堆積される薄膜中に取り込まれる。その結果、例えば酸化され易いアルミニウム等の金属膜を堆積する場合には、堆積膜が酸化されて、比抵抗が高くなってしまう。

第3図参照

排気速度が早い高速排気方式の場合には、図において破線で示すように、リークガスや真空容器1の壁面から遊離した酸素等の汚染物質は高速の粘性排気流に誘引されて排出され、半導体ウェーハ6上には到達せず、したがって半導体ウェーハ6上に堆積される薄膜中に酸素等の汚染物質が取り込まれることが少なく、薄膜の比抵抗の上昇は

(従来の技術)

CVD法には反応ガスの熱分解を利用する方法、反応ガスのプラズマ分解を利用する方法等がある。1例として、従来技術に係るプラズマCVD装置を図を参照して説明する。

第2図参照

図はプラズマCVD装置の断面図である。半導体ウェーハ6をゲートバルブ13を介して搬入し、サセプタを構成する電極5上に載置し、ガス排気手段3から排気し、実線矢印をもって示すように反応ガス供給手段2から反応ガスを供給し、高周波電源7の高周波電圧を電極4と5との間に印加して反応ガスをプラズマ化し、このプラズマ化した反応ガスを分解して、半導体ウェーハ6上に所望の薄膜を堆積する。なお、1aは絶縁性シール材であり1bはOリングである。

ところで、ガス排気手段3からの排気速度が遅い低速排気方式の場合には、真空容器1にガスをリークする領域があると、真空容器1の内圧は低いため、外気が真空容器1内にリークし、この

少ない。しかし、反応ガスが半導体ウェーハ6の近傍に滞留する時間が短いので、膜の堆積速度は減少する。

(発明が解決しようとする課題)

従来のプラズマCVD装置は低速排気方式を採用しているので、上記第2図に示すように、リークガスや壁面遊離ガスの影響を排除することができなかった。仮に、リークガスや壁面遊離ガスの影響を排除するために、上記第3図に示すように、高速排気方式を採用したとしても、リークガスや壁面遊離ガスの影響の排除は必ずしも十分でなく、しかも、薄膜の堆積速度が低下してしまうと云う重大な欠点をともなう。

本発明の目的は、この欠点を解消することであり、酸素、窒素等のリークガスや、装置を構成する金属からの遊離ガス等があっても、被堆積薄膜は酸化・窒化等がなされることがなく、良質の薄膜を高い堆積速度をもって形成することを可能にし、しかも、堆積膜厚をウェーハ全面にわたって

均一にする薄膜形成装置を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記の目的は、反応ガス供給手段(2)とガス排気手段(3)とを有する真空容器(1)と、この真空容器(1)の内部に1対の電極(4、5)が設けられ、この1対の電極(4、5)の一方はサセプタを構成する薄膜形成装置に、下記のいずれの手段を付加することによって達成される。

付加される第1の手段は、前記の1対の電極(4、5)を囲んで設けられ、前記の反応ガス供給手段(2)が延長してその貫通口が設けられている内殻容器(8)と、

前記の真空容器(1)に設けられる不活性ガス供給口(9)とであるが、この場合、前記の内殻容器(8)内に供給された反応ガスの排出口は、細隙(10)を介して前記の真空容器(1)に連通されていることが重要である。

付加される第2の手段は、前記の1対の電極(4、5)の一方の周辺から他方の周辺に向かっ

て気体流(エアーカーテン)を噴射するリング状または角形のループ状の気体噴射手段(16)である。なお、前記のリング状または角形のループ状の気体噴射手段(16)は、噴射される気体流(エアーカーテン)が1対の電極(4、5)の一方の外周端部から他方の外周端部に向かうように設けられると効果的である。

〔作用〕

第4図参照

図は、真空容器1内の圧力が約1 Torrで、ガスの平均自由行程が真空容器1の壁と半導体ウェーハ6との間の寸法に比べて十分小さい場合における、排気速度と金属薄膜堆積速度との関係、および、排気速度と堆積された金属薄膜の導電率との関係を示す。堆積速度を高めるためには、排気速度を低くする必要があり、一方、堆積される膜質を良好にしてその導電率を向上するためには、排気速度を高くする必要があり、堆積速度と形成される膜の膜質とは二律背反の関係にある。この

二律背反の関係を解決した手段が本発明である。

第1a図参照

本発明に係る薄膜形成装置においては、真空容器1が内殻容器8によって反応室11と排気室12とに2分され、両室間が細隙10をもって連通され、真空容器1内の圧力は0.01 Torrをいくらか超える値とされるので、不活性ガスを不活性ガス供給口9から排気室12に高い流速をもって送入したとき、不活性ガスは平均自由行程が十分短い粘性流となって流れ、真空容器1の排気室12内にリークするリークガスおよび真空容器1からの遊離ガスは、この不活性ガスの粘性流に誘引されてガス排気手段3から排出され、細隙10を介して反応室11には逆流することはない。一方、反応室11内には十分な量の反応ガスが十分な時間滞留するので、半導体ウェーハ6上に良質の薄膜が高速をもって形成される。反応室11内の排気速度は、リークガスの影響を排除するために高くする必要がないので、最適の速度とすることができ、薄膜の堆積速度を十分高くすることができるからである。

第1c図参照

内殻容器8に代えて、電極4の周辺に設けられた気体噴射手段16から電極5の周辺に向かって不活性ガス・還元ガス等を噴射すれば、真空容器1内の圧力が0.01 Torrをいくらか超える程度であれば、噴射ガスは平均自由行程の短い粘性流となって、エアーカーテンの作用をなし、前記の内殻容器8を有する薄膜形成装置と同様に、リークガスや壁面から遊離したガスが半導体ウェーハ6に到達することが防止され、かつ、反応室(11)の圧力が排気室(12)より高い状態が実現され、良質の薄膜が形成される。しかも、堆積速度を十分高くすることができる。

第1d図、第1e図参照

また、気体噴射手段16からの噴射気体を電極4の周辺端部のループ状絶縁物層41の外周面に向かって噴射すれば、この領域に金属膜等が付着することが防止され、電極4の絶縁耐力の低下を防止することができる。

なお、ガスの平均自由行程は、

圧力約1 Torrにおいて約100 μ mであって、十分リークガス等の排除効果があるが、ガスの平均自由行程は、圧力0.01Torr以下においては1cm以上となって、真空容器1の壁と半導体ウェーハ6との間の寸法と同程度となり、リークガス等の浸入を防止する効果はなくなる。

(実施例)

以下、図面を参照しつつ、本発明に係る三つの実施例について説明する。

第1例(請求項1に対応)

第1a図再参照

図は、本発明の第1の実施例に係るプラズマCVD装置の断面図である。1は真空容器であり、2は反応ガス供給手段であり、3はガス排気手段であり、4は非接地側電極であり、5はサセプタを構成する接地側電極であり、6は薄膜が形成される半導体ウェーハであり、7は高周波電源であり、8は内殻容器であり、9は不活性ガス供給口

外、圧力が10Torr程度と高い場合には、プラズマを安定に発生するために有効である。

第1b図参照

図は半導体ウェーハ6をプラズマCVD装置から搬出・搬入する時の状態を示す。ベロー15を縮めて、電極4を有する内殻容器8を上方に押し上げ、ゲートバルブ13を開いて、薄膜が形成された半導体ウェーハ6を搬出し、新たに薄膜が形成される半導体ウェーハ6を搬入し、ゲートバルブ13を閉じ、内殻容器8を下方へ下げて、前記の堆積工程を行う。

第2例(請求項2に対応)

第1c図再参照

図は、本発明の第2の実施例に係るプラズマCVD装置の断面図である。1は真空容器であり、2は反応ガス供給手段であり、3はガス排気手段であり、4は非接地側電極であり、5はサセプタを構成する接地側電極であり、6は薄膜が形成される半導体ウェーハであり、7は高周波電源であ

であり、10は細隙であり、11は反応室であり、12は排気室であり、13はゲートバルブであり、14は矢印のように回転される磁石であり、15はベローであり、1aは絶縁性シール材である。

1例としてアルミニウムの薄膜を堆積する場合について説明する。半導体ウェーハ6をサセプタを構成する電極5の上に設置し、ガス排気手段3により排気しながら、トリメチルアルミニウムを水素で希釈した反応ガスを反応ガス供給手段2から反応室11内に送入し、反応室11の圧力を0.1~10Torrとし、排気室12の圧力はこれより低くし、高周波電源7の発生する周波数13.56MHz、電力0.1~5W/cmの高周波電圧を電極4と電極5との間に印加して両電極間にプラズマを発生させて反応ガスを分解して、半導体ウェーハ6上にアルミニウムの薄膜(図示せず)を堆積する。この場合、トリメチルアルミニウムの分解を活発にするため、磁石14を配置し、これを回転しながら堆積をするとよい。磁石14は、半導体ウェーハ6近傍のプラズマ密度を高め、反応速度を高くする

り、11は反応室であり、12は排気室であり、13はゲートバルブであり、16は気体噴射手段であり、1aは絶縁性シール材である。

気体噴射手段16から電極5の周辺部に向かって、1例として水素を噴射すると、真空容器1内の圧力が0.1~10Torrであれば、水素ガスは平均自由行程が十分短い粘性流となり、真空容器1を反応室11と排気室12とに仕切る効果があり、真空容器1のリークガスや壁面遊離ガスは半導体ウェーハ6に到達することなく、ガス排気手段3から排除される。したがって、反応室11内のガス速度を高める必要なくリークガス等を排除することが可能であるので、良質の薄膜を早い速度で堆積することができる。

第5図参照

図は、第1c図に示すプラズマCVD装置を使用して堆積したアルミニウム薄膜の比抵抗と気体噴射手段16から噴射する水素ガス流量との関係を示す図である。真空容器1の圧力が2.3Torrの場合、水素ガス噴射流量を増加すると堆積する

アルミニウムの比抵抗が大幅に低下する。

第3例

第1d図再参照

図は、第1c図に示す第2の実施例の改変例に係るプラズマCVD装置の電極4の部分拡大した図である。電極4と真空容器1とを絶縁するために、電極4の外面には絶縁物層41が設けられ、この絶縁物層41の外面にはシールド層42が設けられている。プラズマ反応が進行して絶縁物層41の先端部に金属膜が堆積すると、電極4とシールド層42とが短絡することがある。しかし、気体噴射手段16から噴射する水素ガスを、電極4に設けられた絶縁物層41の外周にそってその端部に向かって噴射すれば、金属膜が絶縁物層41上に堆積することが防止され、電極4とシールド層42との短絡が防止される。

第1e図再参照

また、前記の絶縁物層41の先端を、図に示すように、外方に広がる傘状にし、この部分に気体噴

射した二酸化シリコン基板上にアルミニウムを堆積すると、1対の電極4と5との間のガス圧力が均一となり、形成される薄膜は、第8図に示すように、半導体ウェーハの全領域にわたって膜厚がほぼ一様となり、誤差範囲は、図示するようにおおよそ $\pm 5\%$ 以下となり、従来技術の場合（数%から20%の間にばらつく。）に比して、顕著に改良されており、実用上、十分許容しうる範囲となる。また、再現性も極めて良好であり、基板中央部においていくらか厚く、基板周辺部においていくらか薄くなると云う傾向も一定していることが実験的に確認され、この $\pm 5\%$ の誤差も実用上さしたる支障とはならない。

また、驚嘆に値することは、上記のようにしてアルミニウム膜が形成された二酸化シリコン基板を水素と窒素との混合ガス中で450℃の温度において30分熱処理すると、比抵抗が $7\mu\Omega\text{cm}$ と従来技術に比して大幅に低下することである。この理由は必ずしも明らかではないが、リークガスとして浸入する酸素等の量が減少するからであると思

われる。射手段16からの水素ガスを吹き付けるようにしてもよい。

第6図、第7図、第8図参照

第6図は計算機シミュレーションに使用したプラズマCVD装置の模式図である。ガスが図に矢印で示すように、電極4から下方に向かって流出し、ガス排気手段3から排出される場合の真空容器1内のガス圧力分布を計算して求めると、第7図に示す等圧線図が得られる。第7図は真空容器1の右半分のみを示し、半導体ウェーハ6が乗せられるサセプタを兼ねる他方の電極5の付近で圧力勾配が発生していることを示している。このような圧力勾配があると、プラズマを一定に保つことができなくなり、堆積される膜の膜質や膜厚が不均一となる。これに対し、本発明に係る薄膜形成装置を使用すれば、この圧力の不均一性は改善され、特に第1c図に示す気体噴射手段を有するプラズマCVD装置を使用し、キャリアガスとしての水素をもって稀釈されたトリメチルアルミニウムガスを反応ガスとして供給し、100℃以下の

えられる。

以上、アルミニウム薄膜の形成について述べたが、タングステン、モリブデン、これら高融点金属のシリサイド、ステンレス鋼等の金属膜および二酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、リン珪酸ガラス等の絶縁膜の形成に対しても本発明が有効であることは言うまでもない。

(発明の効果)

以上説明せるとおり、本発明に係る薄膜形成装置においては、反応ガス供給手段とガス排気手段とを有する真空容器と、この真空容器の中には1対の電極が設けられ、この1対の電極の一方はサセプタを構成する薄膜形成装置において、前記の1対の電極を囲んで、前記の反応ガス供給手段の貫通口が延長されて取り付けられている内殻容器が設けられ、この内殻容器と前記の真空容器との間には不活性ガス供給手段が設けられ、前記の内殻容器に供給される反応ガスの排出口は、細隙を介して前記の真空容器に連通されるか、または、

前記の1対の電極の一方の周辺から他方の電極の周辺に向かって気体流を噴射するループ状(リング状または角形ループ状)の気体噴射手段が設けられることにより、真空容器は内殻容器または噴射ガスによって反応室と排気室とに2分割され、酸素、窒素等のリークガスまたは真空容器壁面からの遊離ガスは、反応室内に流入することなく排気室から排出されるので、リークガスの悪影響が排除される高速排気方式の利点と、堆積速度が速い低速排気方式の利点とが組合わされることになる。すなわち、薄膜形成領域においては、実質的には低速排気方式であるから、堆積される薄膜が酸化・窒化等がなされることがなく、良質の薄膜が形成される。しかも、真空容器の内壁との関係では高速排気方式であるから、汚染物質を含むリークガスは、従来技術を示す第3図において破線で示すように、高速の粘性排気流に誘引されて排出され、半導体ウェーハ上には到達せず、したがって、半導体ウェーハ上に堆積される薄膜中に酸素等の汚染物質が取り込まれることが少なく、

ス流量と堆積されるアルミニウム膜の比抵抗との関係を示す図である。

第6図は、シミュレーション計算用薄膜形成装置の模式図である。

第7図は、シミュレーション計算による等圧線図である。

第8図は、ウェーハ内各領域に形成された薄膜の膜厚と比抵抗との分布を示す図である。

薄膜の比抵抗の上昇等は少なく、堆積される薄膜の膜質は極めて良質となり、しかも、堆積膜厚はウェーハの全面にわたって、おむね均一になる。

4. 図面の簡単な説明

第1a図は、本発明の第1実施例に係る薄膜形成装置の構成図である。

第1b図は、本発明の第1実施例に係る薄膜形成装置に半導体ウェーハを搬入・搬出する状態を示す図である。

第1c図は、本発明の第2実施例に係る薄膜形成装置の構成図である。

第1d図、第1e図は、本発明の第2実施例の改変に係る薄膜形成装置の電極部の構成図である。

第2図は、従来技術に係る薄膜形成装置の構成図であり、低速排気方式を説明する図である。

第3図は、従来技術に係る薄膜形成装置の構成図であり、高速排気方式を説明する図である。

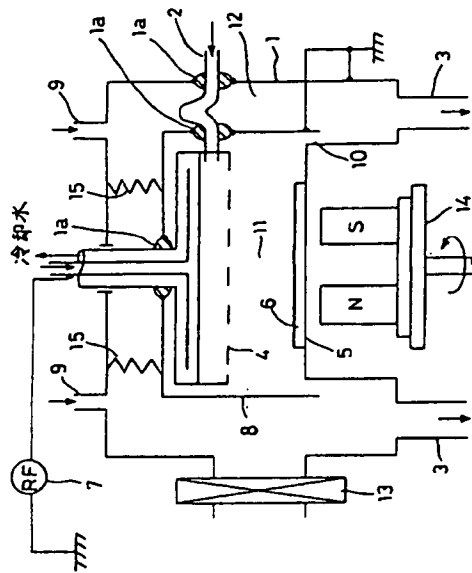
第4図は、排気速度と堆積速度及び導電率との関係を示す図である。

第5図は、エアーカーテンとして機能する水素ガ

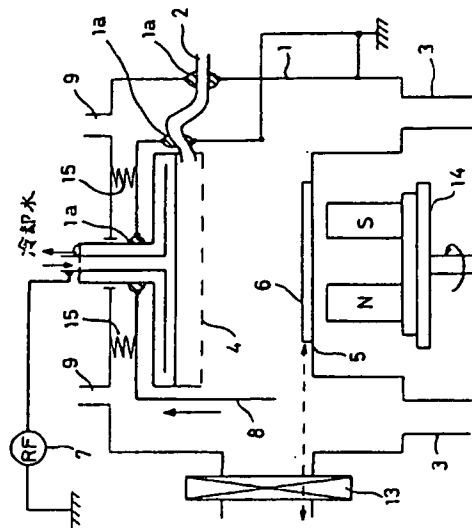
- 11・・・反応室、
- 12・・・排気室、
- 13・・・ゲートバルブ、
- 14・・・磁石、
- 15・・・ベロー、
- 16・・・気体噴射手段、
- 41・・・絶縁物層、
- 42・・・シールド層、

- 1・・・真空容器、
- 1a・・・絶縁性シール材、
- 1b・・・Oリング、
- 2・・・反応ガス供給手段、
- 3・・・ガス排気手段、
- 4、5・・・1対の電極、
- 6・・・半導体ウェーハ、
- 7・・・高周波電源、
- 8・・・内殻容器、
- 9・・・不活性ガス供給口、
- 10・・・細隙、

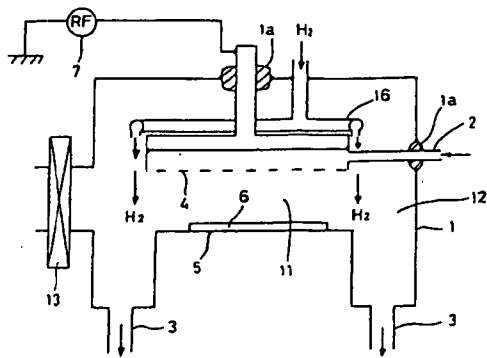
代理人 弁理士 寒川 誠一



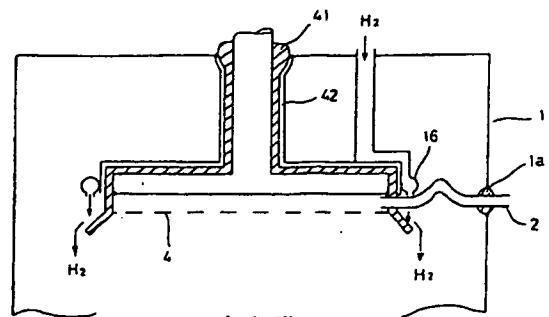
本発明
第1a図



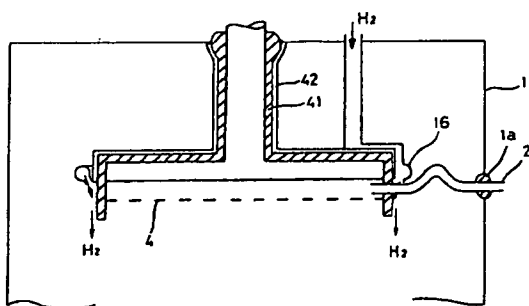
本発明
第1b図



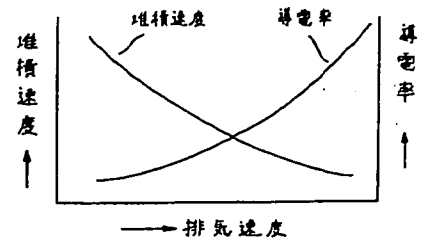
本発明
第1c図



本発明
第1e図

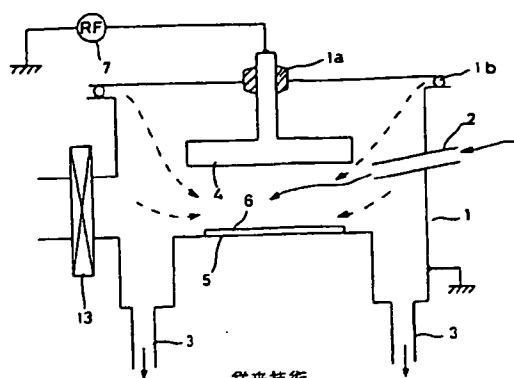


本発明
第1d図

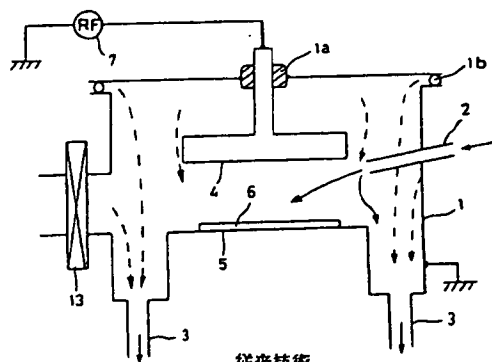


排気速度と堆積速度および導電率との関係

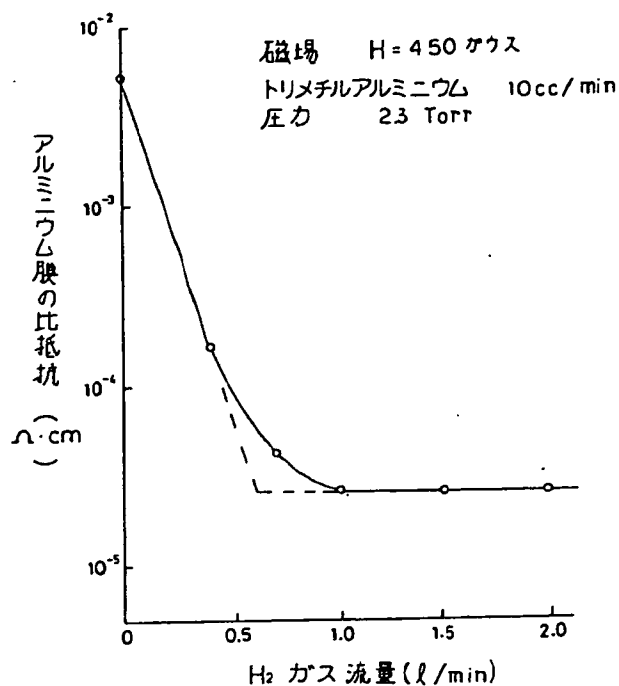
第4図



従来技術
第 2 図

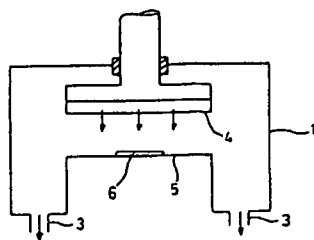


従来技術
第 3 図



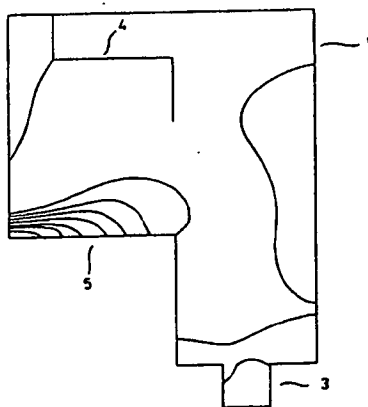
水素流量とアルミニウム膜比抵抗との関係

第 5 図

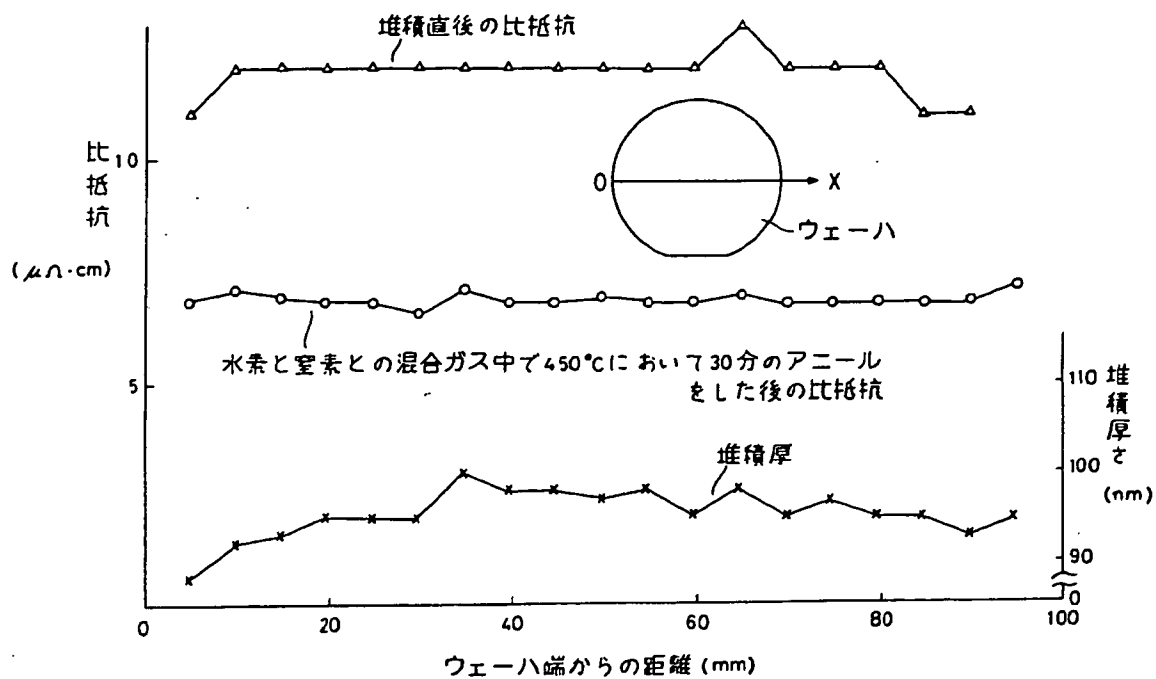


シミュレーション計算用モデル

第 6 図



等圧線図
第 7 図



アルミニウムの堆積厚さと比抵抗のウェーハ面内分布

第 8 図